

Innovationen in der Sprengtechnik

Bei der 49. internationalen Tagung für Sprengtechnik in Linz wurde die Geschichte der Entwicklung der Sprengtechnik hervorgehoben.

Schwarzpulver ist im Bergbau erst ziemlich spät eingesetzt worden, obwohl es seit dem Ende des 13. Jahrhunderts in Europa bekannt war und seit dem Spätmittelalter für militärische Zwecke verwendet wurde, berichtete Sektionschef a. D. Mag. iur. DI Dr. mont. Alfred Maier bei der 49. internationalen Tagung für Sprengtechnik in Linz.

1573 soll Giovanni Battista Martinengo, der venezianische Bergwerkgruben pachten wollte, mithilfe von Schwarzpulver den Berg „mit Gewalt“ aufgebrochen haben. Martin Weigold (Weigl) in Freiberg, Sachsen, soll 1613 Gesteinsprengungen im Bergbau mit Pulver durchgeführt haben. Die erste geschichtlich belegte untertägige Sprengung mit Schwarzpulver führte der Tiroler Bergmann Kaspar Weindl am 16. Februar 1627 in einem Stollen in der Bergstadt Schemnitz (heute Banská Štiavnica, Slowakei) durch. Es handelte sich um eine Sprengung im Beisein von „Gewerken“, also offenbar um eine Demonstrationsprengung. Die Technik verbreitete sich daraufhin rasch in Europa. Das Stift St. Lambrecht, das in der Steiermark Bergbau betrieb, holte 1628 den Sprengkundigen Ruep Meytesperger zur Unterweisung der Bergmänner des Stifts in der neuen Technik.

Innovationspreis. Die Bedeutung dieser Innovation im Bergbau (zuvor hatte man das erzhaltige Gestein händisch und mit „Feuersetzen“ gewonnen) hat der Sprengbefugtenverband zum Anlass genommen, einen „Innovationspreis des Ver-



Beispiel einer erfolgreichen Sprengung am 17. Februar 2019 in Castrop-Rauxel, Nordrhein-Westfalen: Der Kühlturm eines ehemaligen Kraftwerks fällt nach einer Sprengung zusammen.

bandes der Sprengbefugten Österreichs“ einzurichten, der erstmals bei der 50. Informationstagung im November 2019 und in der Folge jährlich bei der Tagung verliehen werden soll. Im Gedenken an Kaspar Weindl sollen mit diesem Preis Innovationen im Bereich des Sprengwesens mit positiven Auswirkungen auf die Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Technik und die Gesellschaft ausgezeichnet werden. Nominiert werden können natürliche oder juristische Personen im In- oder Ausland, Unternehmen, Teams, Unternehmensgründer oder Einzelpersonen für hervorragende praxisorientierte Leistungen. Vorschläge für die Preisverleihung

können formlos jeweils bis zum 1. Mai eines Jahres beim *Verband der Sprengbefugten Österreichs* (office@sprengverband.at) eingebracht werden.

Sprengtechnische Innovationen. Ausgehend von der Erfindung des Nitroglycerins (1846) durch den italienischen Chemiker Asciano Sobrero (1812-1888), war die nächste sprengtechnische Innovation im Bergbau die Einführung der sprengölhaltigen (gelatinösen) Sprengstoffe. Alfred Nobel gelang es, zusammen mit der Erfindung der Initialzündung, das Nitroglycerin, eine ölige Flüssigkeit, in den 1860er-Jahren zum wesentlich handhabungssicheren Dynamit

weiterzuentwickeln. Später wurde das Nitroglycerin durch das gegen Kälte unempfindlichere, ebenfalls ölige Nitroglykol ersetzt.

Sprengöle wirken auf den menschlichen Körper und die Natur (Gewässer) giftig. Als Öl können sie über die Haut aufgenommen werden (Gefahr bei der Handhabung), Dämpfe können über die Atemwege in den Körper gelangen (Gefahr bei der Lagerung).

Bei der Lagerung kann das Sprengöl „ausschwitzt“ oder es können andere Zersetzungerscheinungen auftreten, wodurch der Sprengstoff in der Handhabung unsicherer wird. Beim Sprengen entstehen gesundheits-schädliche Schwaden in



Referenten bei der 49. internationalen Tagung für Sprengtechnik am 8. und 9. November 2018 in Linz: Ralf Knaus, Patrick Pfeiffer, Hermann Richter, Alexander Kirchhofer, Alfred Maier und Gerald Ragginger.

Konzentrationen, die im oberen Bereich der zulässigen MAK-Werte liegen. Die Bauarbeiterschutzverordnung lässt untertage nur die Verwendung „schwadenarmer Sprengstoffe“ zu, was für gelatinöse Sprengstoffe nicht zutrifft, sondern für Emulsionssprengstoffe. Diese beruhen auf einer neuen Technologie. Einer in Wasser gesättigten Lösung eines in der Landwirtschaft weit verbreiteten Düngemittels wird eine relativ geringe Menge von Mineralöl zugesetzt. Um zu verhindern, dass sich Wasser und Öl voneinander wieder absetzen, werden Emulgatoren beigefügt. Es entsteht dadurch eine stabile Wasser-in-Öl-Emulsion. Die nicht brennbare pastöse Masse kann erst durch eingebrachte oder entstehende Gasbläschen so weit sensibilisiert werden, dass sie durch sprengkräftige Zünder zur Explosion gebracht werden kann. Emulsionssprengstoffe werden in patronierter Form hergestellt, kommen aber auch in pumpbarer Form zum Einsatz. In diesem Fall werden die Gasbläschen erst beim Einpumpen in das Bohrloch durch eine chemische Reaktion erzeugt – der Sprengstoff entsteht somit überhaupt erst im Bohrloch.

Emulsionssprengstoffe enthalten keine giftigen Bestandteile, die Anteile toxischer Bestandteile in den Schwaden sind deutlich geringer. Die mechanische und thermische Belastbarkeit ist

deutlich höher als bei sprengölhaltigen Sprengstoffen. Selbst wenn ein „sitzen gebliebenes“ Bohrloch versehentlich angebohrt werden sollte (was als Methode zur Versagerbeseitigung verboten ist), kommt es zu keiner Umsetzung des noch im Bohrloch befindlichen Emulsionssprengstoffes (Deadpressing, Desensibilisierung). Die Wasserbeständigkeit ist hervorragend. Transport, Lagerung und Umgang sind einfacher. In ihrer Leistungsfähigkeit reichen Emulsionssprengstoffe bereits an die gelatinösen Sprengstoffe heran. Emulsionssprengstoffe werden laut Alfred Maier die gelatinösen Sprengstoffe genau so verdrängen, wie diese zuvor das Schwarzpulver – „das Bessere ist der Feind des Guten“.

Rechtliche Folgerung.

Nach § 42 Abs. 3 in Verbindung mit Abs. 1 ASchG dürfen gefährliche Arbeitsstoffe nicht verwendet werden, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis mit nicht oder nur weniger gefährlichen Arbeitsstoffen erreicht werden kann, sofern dies wirtschaftlich vertretbar ist, was derzeit wohl der Fall ist. Gleiches gilt für mit besonderen Gefahren verbundene Verfahren (Abs. 2), die nicht angewendet werden dürfen, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis durch weniger gefährliche Verfahren erzielt werden kann.

Sowohl als Arbeitsstoff als auch bei Arbeitsverfah-

ren (Pumpverfahren) kann mit Emulsionssprengstoffen, von Spezialanwendungen abgesehen, bei geringerer Gefährlichkeit ein gleichwertiges Arbeitsergebnis erzielt werden. Sollte sich, was zwar äußerst selten ist, aber doch vorkommen kann, ein Arbeitsunfall mit gelatinösen Sprengstoffen ereignen, wird sich, wie Maier einmahnte, die Frage der strafrechtlichen Verantwortlichkeit insofern ergeben, ob dieser Unfall beim Einsatz von Emulsionssprengstoffen nicht hätte verhindert werden können.

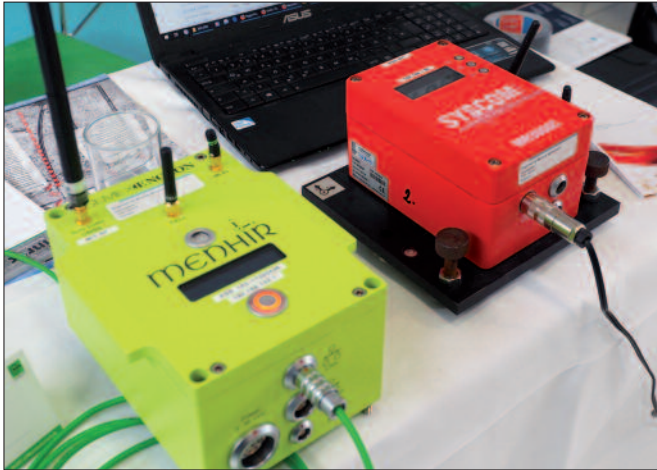
Doch auch von den MAK-Werten (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) her werden die gelatinösen Sprengstoffe verdrängt werden. Nach § 33 Abs. 4 der Grenzwerte-Verordnung 2018 (GKV 2018), in der Fassung der am 25.9.2018 in Kraft getretenen Verordnung BGBl II 2018/254, gelten die Tagesmittelwerte in der Luft am Arbeitsplatz für die Konzentration von Kohlenstoffmonoxid (30 ppm), Stickstoffmonoxid (25 ppm) und Stickstoffdioxid (3 ppm), ohnehin nur mehr im Untertage- und Tunnelbau bis 21.8.2023. Nach Ablauf dieser Übergangsfrist werden sie auf 20 ppm für CO, 2 ppm für NO und 0,5 ppm für NO₂ herabgesetzt. Technisch-wirtschaftlich wird das eine große Herausforderung für die betroffene Wirtschaft. Ferner sprechen, aus Sicht des Produzenten, Gesichtspunkte der Nachhaltig-

keit (*Life-Cycle-Costing, LCC*) für die Produktion und den Einsatz von Emulsionssprengstoffen.

Nach etwa 20 Betriebsjahren müssen Windkraftanlagen zurückgebaut werden, berichtete DI Mark Ganster, *Austin Powder Deutschland*. Das Material ermüdet, Förderungen laufen aus, oder es ist rentabler, die alten Anlagen durch neue zu ersetzen. Jährlich werden in Deutschland etwa 3.000 derartiger Anlagen rückzubauen sein, was ein äußerst komplexer Vorgang ist. Ganster berichtete über die Sprengung des stark armierten Sockels eines Windkraftwerkes in Paderborn-Lichtenau, bei der Pumpsprengstoffe mit Erfolg eingesetzt wurden. Mehrere hundert Bohrlöcher konnten schnell und effektiv geladen werden.

Sprengstoffproduktion.

Im Werk St. Lambrecht in der Steiermark werden seit März 2008 keine gelatinösen Sprengstoffe mehr hergestellt, berichtete DI Dr. Ralf Knauss, *Austin Powder GmbH* (www.austinpowder.at). Diese Sprengstoffe (*Austrogel*) werden nach Rezepturen des Werkes im Ausland produziert. Grundlage für das Sicherheits- und Qualitätsmanagement bei der Produktion von Sprengstoffen in St. Lambrecht ist das *SHES-Handbuch*. Das Akronym steht für *Safety* (Arbeitssicherheit), *Health* (Arbeitnehmerschutz), *Environment* (Umwelt) und *Secu-*



Sprengtechnik: Erschütterungsmessgeräte für den Einsatz bei Sprengarbeiten.

ity (Objektschutz). Die Produktion ist unter anderem durch das Sprengmittelgesetz und die Industrieunfallverordnung (IUV 2015; BGBl II 2015/ 229) streng reglementiert.

Eine eigene Bescheid-Datenbank umfasst 1.000 Bescheide mit 7.000 Auflagen. Neben der Überwachung durch die Behörde werden der Produktionsbetrieb und auch die mobile Sprengstoffproduktion jährlich durch notifizierte Stellen auditiert. Im betriebseigenen Labor finden laufend Analysen sowohl der zugelieferten Rohmaterialien als auch des Produktionsprozesses und der Endprodukte statt.

Der wissenschaftliche Standard des Labors ist so hoch, dass Anfragen aus aller Welt einlangen. Neben Sprengstoffen werden auch Anzündmischungen hergestellt, wie sie für Gurtenstraffer und Airbags benötigt werden.

Bohrarbeiten. Der Verlauf eines Bohrlochs ist entscheidend für den Sprengerefolg. Neigen sich Bohrlöcher im Fels zueinander oder sind zu nahe der Bruchwand, kommt es zu Sprengknall und Steinflug. Im umgekehrten Fall zu starken Erschütterungen und grobem Hauerwerk, das aufwendig nachbearbeitet werden muss. Der

Verlauf eines Bohrlochs kann üblicherweise erst nach durchgeführter Bohrung festgestellt werden, etwa durch eine in das Bohrloch abgesenkte Taschenlampe oder, bei größeren Tiefen, mit einer Sonde.

Bei einem von der *Minroc Bohrausrüstungen GmbH* (www.minroc.de) entwickelten Verfahren, das Patrick Pfeiffer (*Minroc*) und Alexander H. Kirchhofer, (*Engineering Service Schmücker*, www.es-schmuecker.eu) vorstellten, kann während des Bohrens ermittelt werden, ob Abweichungen von der vorgegebenen Bohrrichtung auftreten, worauf der Bohrist mit entsprechenden Maßnahmen, wie Veränderung des Anpress-



Ausstellungsstand bei der 49. internationalen Sprengtagung in Linz: 15 Aussteller, 130 Teilnehmer.

drucks oder der Rotationsgeschwindigkeit, gegensteuern kann. Er erhält die Richtungsdaten von einem Transponder, der direkt im Bohrmeißel eingebaut ist, auf einen Tablet-Computer in die Kabine des Bohrgeräts geliefert. Bei einer cloudbasierten Lösung kann die Abarbeitung des gesamten Bohrplans anhand von Geo-Daten mitverfolgt werden.

Eine Herausforderung stellte es dar, im Burghof der denkmalgeschützten Festung Hohensalzburg den Raum zum Einbau zweier Trinkwasserbehälter aus dem Felsen zu sprengen. Darüber berichtete Gerald Ragginger, (*Ragginger GmbH*, www.ragginger.com). Die Arbeiten wurden im September

2017 begonnen und waren neben einem bestehenden Wasserbehälter mit etwa 250 m³ Fassungsvermögen bis in sieben Metern Tiefe durchzuführen. Über die Baugrubeführende Wasser- und Abwasser- sowie Stromleitungen mussten freihängend gestützt werden. Zu Gebäuden und der Burgmauer war ein Abstand von nur wenigen Metern. Der Zugang zu Sehenswürdigkeiten wie der St.-Georgs-Kirche musste, wenn auch nur als schmaler Steg, aufrechterhalten werden.

In Anbetracht der historischen Bausubstanz durften die nach der ÖNorm S 9020 zulässigen Erschütterungswerte keinesfalls überschritten werden, was vom Bundesdenkmalamt mit eigenen Schwingungsmessgeräten überprüft wurde. Insgesamt wurden 4.402 Ladungen in 361 Abschlüssen abgetan. Mit 650 kg gelatinösem Sprengstoff (auf ein Bohrloch entfallen somit durchschnittlich etwa 150 g Sprengstoff) wurden 1.612 m³ Fels gesprengt, was etwa 4.000 t Abraummateriale ergeben hat. Am 9. November 2017 wurden mit einem Hubschrauber nacheinander die beiden, je 40 m³ fassenden und 2 t schweren Trinkwasserbehälter aus Edelstahl in die vorbereitete Grube eingesetzt. *Kurt Hickisch*

SPRENGTECHNIK

Jährliche Tagung

Die 49. internationale Tagung für Sprengtechnik am 8. und 9. November 2018 in Linz mit rund 130 Teilnehmern wurde moderiert vom Vizepräsidenten des *Verbandes der Sprengbefugten Österreichs*, Dipl.-Kfm. Dr. Hermann Richter. 15 Aussteller boten im Foyer Produkte und Dienstleistungen zum Thema Sprengtechnik an. Am Vortag der Tagung referier-

ter der Bohr- und Sprengunternehmer Günther Schadn (www.schadn.at) bei einem Workshop zum Thema „Verlaufene Bohrlöcher – was tun?“.

Die 50. Informationstagung für Sprengtechnik wird am 7. und 8. November 2019 in Linz stattfinden, veranstaltet vom *Verband der Sprengbefugten Österreichs* und dem Wirtschaftsförderungsinstitut Oberösterreich.

www.sprengverband.at